Chapitre 7

Maintenance électrique

1. Définition générale

La maintenance est définie comme étant « l'ensemble des activités permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié, ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise ou assurer un service déterminé ».

Maintenir c'est donc effectuer des opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production.

Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management.

2. Les différentes formes de maintenance

(d'après la norme NFX 60-010)

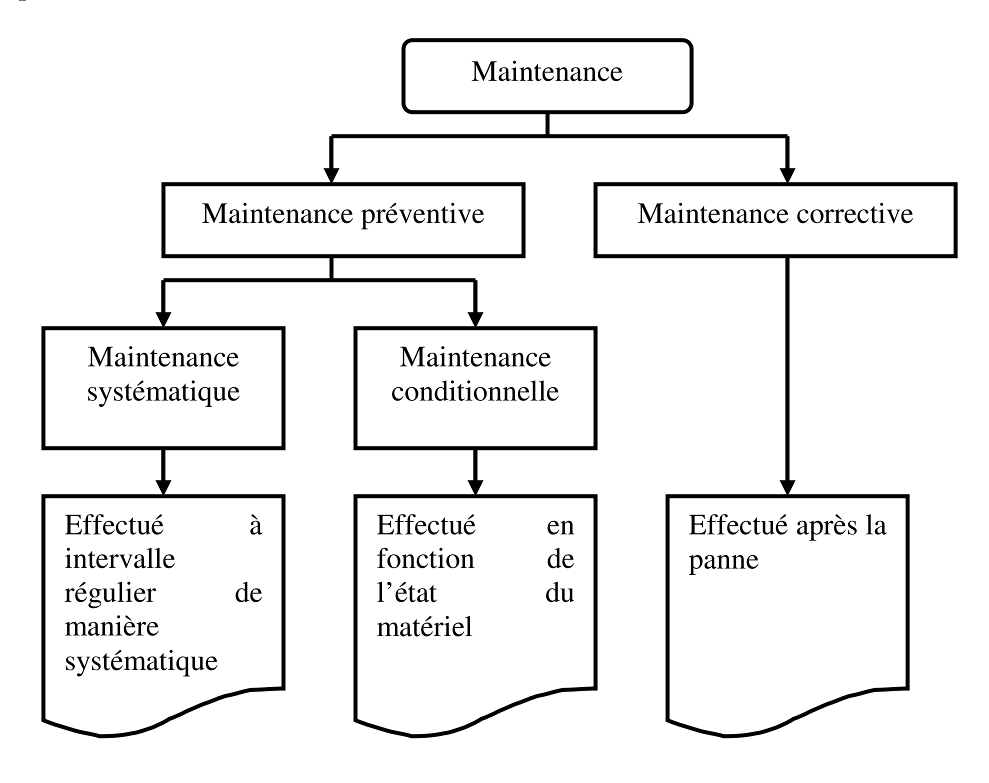


Figure 1

2.1. La maintenance corrective

Il s'agit d'une « maintenance effectuée après défaillance ». C'est une politique de maintenance qui correspond à une attitude de réaction à des évènements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne. On parle dans ce cas de dépannage.

Extrait de norme

CEN 319-003 « maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». « … elle n'est pas exécutée immédiatement après la détection d'une panne, mais est retardée en accord avec des règles de maintenance données. » « … elle est exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables ».

2.2. La maintenance préventive ou planifiée

Extrait de norme

AFNOR X60-010 « maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle). »

Cette définition est générale. L'objectif de la maintenance préventive demeure de réduire la probabilité de défaillance puisque $R(t) + F(t) = 1$. Elle est légèrement détaillée dans la norme CEN 319-003 « maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation d'un bien ».

Attention: trop de maintenance préventive n'est souvent pas économiquement viable. Chaque industrie doit trouver le niveau à atteindre.

2.2.1. La maintenance systématique

« Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps ou du nombre d'unités d'usage ».

Extrait de norme

CEN WI 319-003 « maintenance préventive exécutée sans contrôle préalable de l'état du bien et à des intervalles définis. » .« maintenance préventive exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien. » « maintenance préventive exécutée selon un calendrier préétabli ou selon un nombre défini d'unités d'usage ».

AFNOR X60-010 « … activité déclenchée suivant un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage », « … les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation, et ce de façon périodique ». « maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien permettant de retarder et de planifier les interventions. Elle est parfois improprement appelée maintenance prédictive. »

2.2.2. La maintenance conditionnelle

« Maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé révélateur de l'état de dégradation d'un bien ».

Extrait de norme

AFNOR X60-010 : « les activités de maintenance conditionnelle sont déclenchés … suivant des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service. Les remplacements ou les remises en état des pièces, les remplacements ou les appoints des fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation. Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les remises en état nécessaire.

CEN « maintenance préventive consistant en une surveillance du fonctionnement du bien et des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance … peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue. »

3. Les différents niveaux de la maintenance

NIVEAUX DE MAINTENANCE : (X 60- 010 de 1994) Caractérisation de la complexité des actions de maintenance limitée à la complexité des procédures et/ ou la complexité d'utilisation ou de mise en oeuvre des équipements de soutien nécessaires. Ils sont au nombre de 5 et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise, selon le type de bien à maintenir.

1° Niveau :

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

- Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement,
- Échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants, huiles, filtres,...
- Type d'intervention effectuée par l'exploitant sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation.

2° Niveau

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en oeuvre simples.

- Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet,
- Opérations mineures de maintenance préventive,
- Type d'intervention effectuée par un technicien habilité de qualification moyenne,
- Outillage portable défini par les instructions de maintenance,
- Pièces de rechange transportables sans délai et à proximité du lieu d'exploitation.

3° Niveau

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ ou des équipements de soutien d'utilisation ou de mise en œuvre complexe.

- Identification et diagnostic des pannes.
- Echanges de constituants.
- Réparations mécaniques mineures.
- Réglage et ré étalonnage des mesureurs.

4° Niveau

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés.

- Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.
- Démontage, réparation, remontage, réglage d'un système.
- Révision générale d'un équipement (exemple: compresseur).
- Remplacement d'un coffret d'équipement électrique.

5° Niveau

Opérations dont les procédures impliquent un savoir- faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ ou des équipements de soutien industriels.

- Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante.
- Révision générale d’un équipement (chaufferie d’une usine).
- Rénovation d’une ligne de production en vue d’une amélioration.
- Réparation d’un équipement suite à accident grave (exemple: dégât des eaux).

4. Intérêt d’une maintenance préventive

Grâce à l’auto maintenance et à la maintenance préventive, vous pouvez diminuer les pertes et donc améliorer le rendement de vos installations. Par observation visuelle, contact mécanique (vibration, qualité de l’huile, analyse non destructive…) ou par retour d’information électronique (alarmes, électronique, retour défauts sur régime de neutre…) vous pouvez anticiper une intervention de maintenance. Vous intervenez afin d’éviter une panne. La première démarche majeure consiste à exploiter l’historique des pannes afin de mettre en place la surveillance.

Contrairement à la maintenance curative, qui consiste à intervenir sur les matériels en cas de panne, la maintenance préventive consiste à intervenir avant la panne, afin d’essayer d’éviter que celle-ci ne se produise. La maintenance préventive est organisée tandis que la maintenance curative est subie. Bien évidemment ces deux principes de maintenance sont complémentaires ; une maintenance uniquement curative entraînerait un nombre de pannes trop important, des difficultés d’organisation de la production et une dégradation rapide des matériels ; à l’opposé, un excès de maintenance préventive ferait effectuer chaque jour des opérations telles que vérifications, resserrages, vidanges, qui ne se justifient qu’une fois par semaine ou par mois.

C’est donc un équilibre économique qui permet de définir la bonne quantité de maintenance préventive, afin de réduire la part des dépannages, qui restent un mal nécessaire.

La maintenance préventive concerne aussi bien le personnel de production, chargé des opérations simples, que le personnel de maintenance, chargé des opérations plus complexes. L’amélioration des activités de maintenance préventive dans l’entreprise peut s’effectuer sur différents axes :

La gestion du stock des pièces de rechange,

- La standardisation,
- La planification,
- La conception des installations.

4.1.Gestion du stock des pièces de rechange

Comme tout type de stock, l’objectif sera qu’il soit aussi réduit que possible tout en offrant une réponse adaptée aux besoins de la maintenance. Pour les matériels critiques (leur panne entraîne l’arrêt complet de la production), des pièces devront être disponibles en stock afin que le dépannage soit rapide. Pour des matériels moins critiques, les pièces de rechanges ne seront pas stockées, dans la mesure où leur délai d’approvisionnement chez leur fournisseur sera suffisamment court. Une bonne gestion du stock des consommables (lubrifiants, chiffons de nettoyage…) est également importante.

4.2. Standardisation

Puisqu'elles concernent différents types de matériels, les opérations de maintenance sont par nature diversifiées. Pour une meilleure efficacité des interventions, tant préventives que correctives, la standardisation sera recherchée à plusieurs niveaux :
Standardisation de la documentation : une documentation conçue, classée et rangée de la même façon pour tous les matériels permettra la rapidité et la sécurité des actions de maintenance,
Standardisation des interventions : des séquences et/ou des principes communs permettront de mieux appliquer les procédures d'intervention,
Standardisation des composants : dans la mesure du possible, l'utilisation de composants standardisés (pompes, vannes, moteurs électriques…) permettra de mieux les connaître, donc de mieux les utiliser, et de diminuer le stock de pièces de rechange.

4.3. Planification

L'augmentation de la part de la maintenance préventive au détriment de celle de la maintenance corrective permet de planifier les activités de maintenance, de maîtriser au lieu de subir.
Les opérations journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles sont définies dans des plans de maintenance ; la maintenance journalière (graissage, contrôle…) est plutôt confiée au personnel de production tandis que la maintenance annuelle, généralement constituée d'opérations lourdes et fortement techniques, est plutôt effectuée par le personnel de maintenance. Une maintenance planifiée permet à la production d'organiser la fabrication en tenant compte d'arrêts de maintenance prévus à l'avance ; les deux activités, maintenance et production, ne sont plus concurrentes mais partenaires pour l'utilisation de la ligne. Une maintenance planifiée permet également une meilleure gestion du stock de pièces de rechange : celles-ci ne sont approvisionnées qu'au moment voulu pour effectuer l'intervention.

4.4. Conception des installations

Pour l'achat de nouveaux matériels, il est particulièrement important de faire participer l'ensemble des services concernés, en particulier le service maintenance (conception, rédaction du cahier des charges). Le service maintenance restera vigilant quant à l'utilisation de composants standards, permettant une meilleure gestion du stock de pièces de rechange.
D'autre part, des améliorations déjà apportées aux outils existants suite à des pannes, seront directement appliquées aux nouveaux matériels.

4.4.1. Problématique

Tout le problème est de déterminer la période de bon fonctionnement (T) pour laquelle une intervention sera nécessaire. La période T doit être définie en fonction du risque de panne. MTBF = Moyenne des temps de bon fonctionnement. On a MTBF = k . MTBF (k étant < 0). Si T est court => coût Ips élevé, si T est long => coût Imc élevé.

4.4.2. Mise en place

C'est l'expérience qui permet de définir l'action de maintenance préventive. Comment la justifier :
Cd > Cip (Coût défaillance > Coût intervention préventive)
Aides à la détermination de T
Simulation économique

Loi de Weibull (La loi de Weibull généralise la loi exponentielle. Elle modélise des durées de vie.) et abaque d'optimisation
Approche modulaire des équipements
Un équipement est modélisé par des modules. Il est ainsi constitué de plusieurs modules.
On a MTBF (module) = MTBF (composant le plus fragile)
Pour augmenter T, il faut que la MTBF de tous les composants soient identiques : homogénéisation des durées de vie (fiabiliser les composants les plus fragiles) et éventuellement réduire la durée de vie d'autres composants pour faire des économies). Tous les T on remplace ainsi le module tout entier et non juste un composant qui « possède un T inférieur ». De plus, pour changer un module complet il faut moins de compétences que pour changer un composant.

4.4.3. Maintenabilité

Aptitude d'un système à être maintenu ou rétabli, en un temps donné, dans un état de fonctionnement bien défini lorsque les opérations de maintenance sont accomplies avec des moyens donnés, suivant un programme déterminé.

C'est la probabilité que la maintenance d'un système S accomplie dans des conditions données, soit effectué sur l'intervalle [0,t] sachant qu'il est défaillant à l'instant t = 0.

M(t) = P {S est réparé sur l'intervalle [0,t] }

4.4.4. Fiabilité

Aptitude d'un système S à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps déterminé.

R(t) = P {S non défaillant sur l'intervalle [0,t] }

4.4.5. Disponibilité

Aptitude d'un système S à être en état d'accomplir une fonction requise, dans des conditions données, à un instant donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs soit assurée.

A(t) = P {S non défaillant à l'instant t }

5. Méthodes de dépannage

5.1. Les principales causes de pannes

Le tableau ci-dessous présente les principales causes de pannes sur un équipement électrique et leurs conséquences :

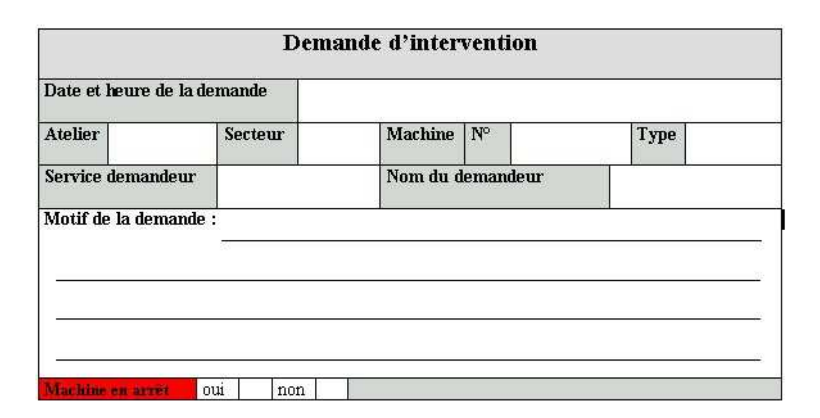
Défauts	causes	Constats
Plus d'alimentation des récepteurs	➢ Conducteur coupé ➢ Contact détérioré ➢ Fusible fondu	➢ Arrêt complet de l'équipement
Faux contact	➢ Connexions mal serrées ➢ Soudure sèche ➢ Contact oxydé ➢ Echauffement à une borne	➢ Coupure intermittente ➢ Parasites ➢ Baisse de tension
Court-circuit	➢ Usure prématuré de l'isolant	➢ Déclenchement des

	➢ Erreur de branchement ➢ Intrusion d'un objet conducteur	protections ➢ Fusion des conducteurs et arrêt total
Mise à la masse	➢ Défaut d'isolement entre un conducteur et une masse métallique	➢ Déclenchement des protections ➢ Mise sous tension de la masse métallique en contact
Matériel défectueux	➢ Matériel usé	➢ Arrêt total ➢ Coupure intermittente

5.2.Diagnostic en maintenance corrective

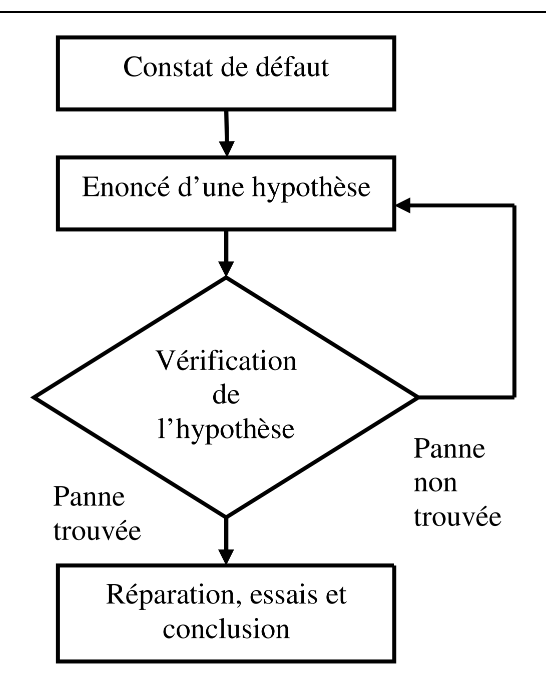
La procédure classique à suivre dés l'apparition d'une panne sur un équipement ou un ouvrage est la suivante :

- L'opérateur ou la personne qui constate le problème remplit une demande d'intervention sur laquelle doit apparaître diverses informations (exemple ci-dessous) :
  - Le lieu géographique de l'intervention
  - Le numéro de la machine
  - Le nom du demandeur et son service
  - La date et l'heure de la demande
  - Un commentaire décrivant le motif de la demande
  - L'état de l'équipement au moment de la demande



Demande d'intervention							
Date et heure de la demande							
Atelier		Secteur		Machine	N°	Type	
Service demandeur			Nom du demandeur				
Motif de la demande :							
Machine en arrêt	oui		non				

- L'agent de maintenance intervient alors et peut effectuer :
  - La préparation de son intervention (lieu, plan, outillage)
  - La hiérarchisation de ses interventions
  - Le pré diagnostic du défaut(commentaire de l'opérateur). éparationLes essais pour vérifier que la panne est bien la seule et qu'elle est bien réparé



- L'agent de maintenance peut alors remplir le rapport d'intervention (exemple ci-dessous)

Rapport d'intervention					
Nom de l'intervenant		**Nature de l'intervention**			
Début de l'intervention		Electrique		Mécanique	
Fin de l'intervention		Pneumatique		Hydraulique	
Durée de l'intervention		Soudure		Divers	
Pièces ou éléments remplacés					
Désignation		Référence			Qt
Compte rendu de l'intervention					
Essais effectués	Oui		Non		Visa

Ce document permet de rendre compte de l'intervention qui vient d'être exécutée par le technicien de maintenance. IL doit contenir un minimum d' informations

- Le nom de l'intervenant
- Le début, la fin, et la durée de l'intervention
- La nature de l'intervention (mécanique, électrique, etc.…)
- La référence et la quantité des pièces remplacées.
- Un compte rendu technique décrivant l'intervention réalisée

- o Une indication qui permet de savoir si la machine a été testée après intervention

Le but du compte rendu d'intervention est de garder une trace des interventions réalisées, afin de construire un historique machine

Les entreprises traitent de plus en plus les demandes d'interventions et les comptes rendus d'interventions par informatique, les logiciels destinés à cette tâche sont des logiciels de Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO).

5.3. Quel appareil utiliser et dans quel cas ?

Il existe principalement deux types de pannes électriques qui engendrent deux situations de dépannage différentes :

- L'armoire électrique est restée sous tension (coupure d'une sécurité par exemple). Dans ce cas le dépannage s'effectue au voltmètre.
- L'armoire électrique n'est plus alimentée (court-circuit par exemple). Dans ce cas le dépannage doit se faire à l'ohmmètre.

5.4. Le dépannage au voltmètre.

Etude de l'enclenchement d'un contacteur Km1 par un commutateur S1, protégé par un fusible F1 (les éléments sont représentés au repos).

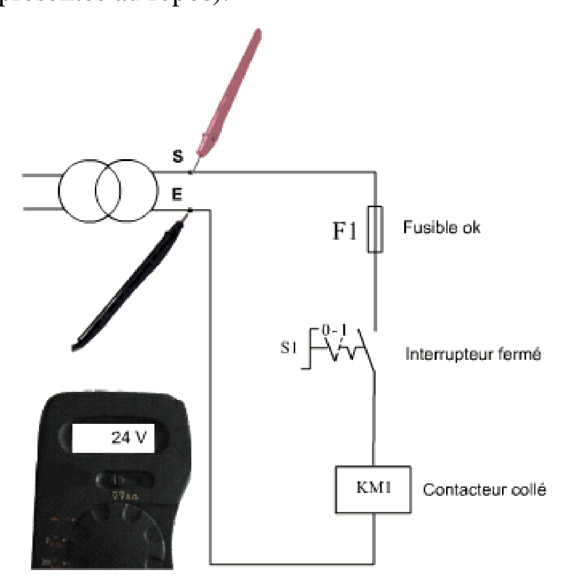


Figure 2

Un voltmètre placé aux bornes du secondaire d'un transformateur mesure une tension de 24V. On parle aussi d'une différence de potentiel de 24V. Sur notre transformateur le potentiel du point S est Vs=24V et celui du point E est Ve=0V. Notre voltmètre mesure donc Use=Vs-Ve=24-0=24V. Cela prouve que notre transformateur est sous tension.

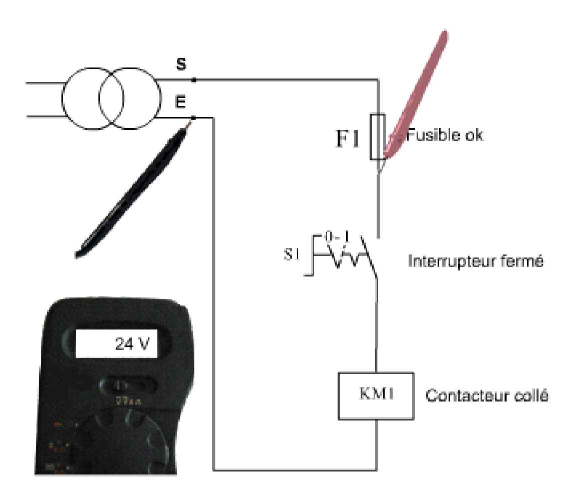


Figure 3

En déplaçant la fiche rouge, du point S à la sortie du porte fusible, on relève encore 24V. Cela signifie que le potentiel de ce nouveau point est aussi de 24V.

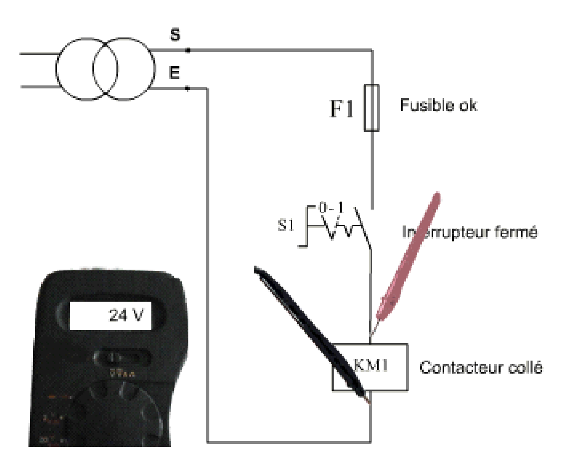


Figure 4

On place le commutateur sur la position 1 (commutateur fermé). En plaçant les fiches du voltmètre entre les bornes de la bobine du contacteur, on relève 24V. Le potentiel 24V a donc été distribué jusqu'à la borne A1 de la bobine du contacteur et celui de 0V jusqu'à sa borne A2. C'est pourquoi on mesure une différence de potentiel de 24V.
Le récepteur consomme les 24V délivrés par le générateur.

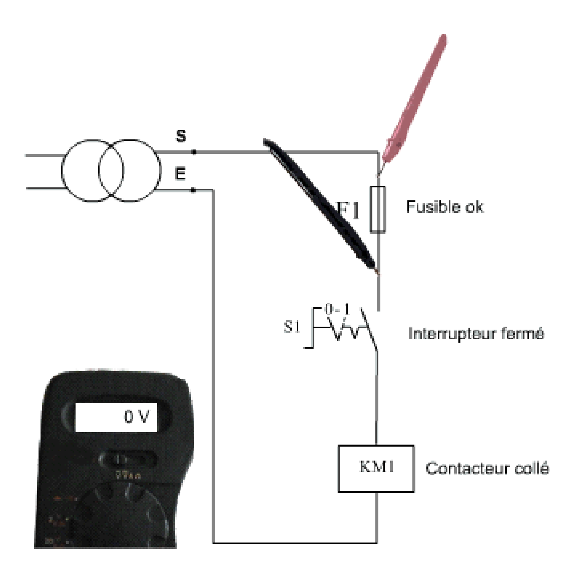


Figure 5

En plaçant les fiches du voltmètre entre les bornes du porte fusible F1, on mesure 0V. Cela signifie que les deux bornes du porte fusible sont au même potentiel. U=24-24=0V.

Attention : une telle mesure ne nous permet pas de valider une analyse concrète : a t-on du 0V parce que l'on est en panne ou bien parce qu'il n'y a pas de présence de tension ou pas de différence de potentiel (voir exemple n)2 de recherche de panne au voltmètre)

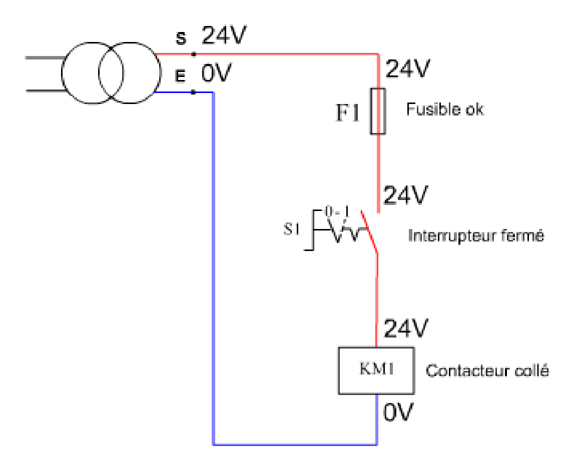


Figure 6

En coloriant les conducteurs au potentiel 24V en rouge et ceux au potentiel 0V en bleu, on obtient le schéma ci-dessus. On peut facilement conclure que toutes mesures entre bleu et bleu et entre rouge et rouge nous donne U=0V. Seules les mesure entre rouge et bleu nous donne U=24V.
Tous les points situés au dessus du récepteur sont au même potentiel que l'alimentation 24V. Tous les points situés en dessous du récepteur sont au potentiel 0V.

5.5.Exemple n°1 de recherche de panne au voltmètre

Sur cette même installation, nous allons supposer que le contacteur ne veut pas s'enclencher... Nous allons effectuer une série de mesure et interpréter les résultats possibles.

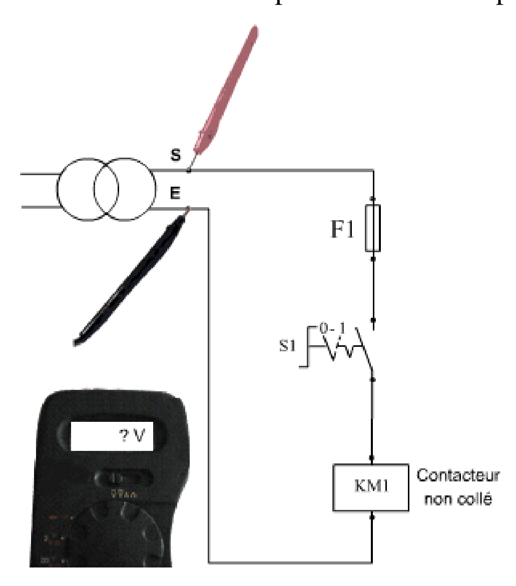


Figure 7

Soit le voltmètre indique 0V :

Le transformateur ne délivre pas sa tension de secondaire. La panne se situe sûrement au primaire du transformateur ou alors c'est le transformateur lui même qui est défectueux. Voilà pourquoi le contacteur ne colle pas.

Soit le voltmètre indique 24V :

Le transformateur délivre sa tension de secondaire, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

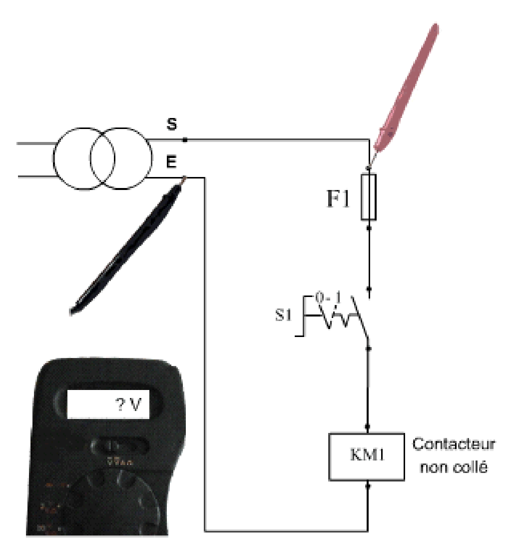


Figure 8

Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne d'entrée du porte fusible. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

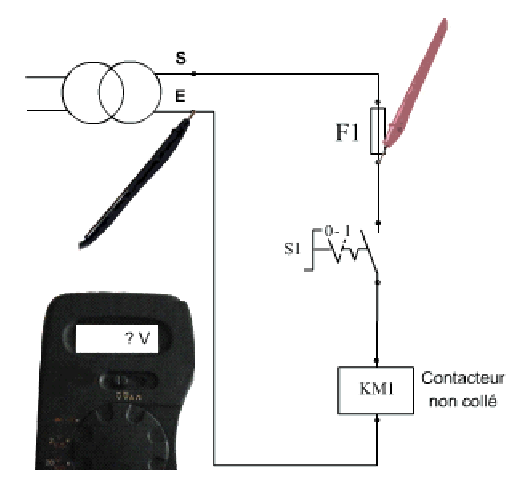


Figure 9

Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne de sortie du porte fusible. Le fusible est grillé. Il y a du avoir un court-circuit. Il faut vérifier l'ensemble des connexions pour trouver celle qui a causé ce court-circuit.

Le voltmètre indique 24V :

Le fusible conduit le courant, il n'est donc pas grillé, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

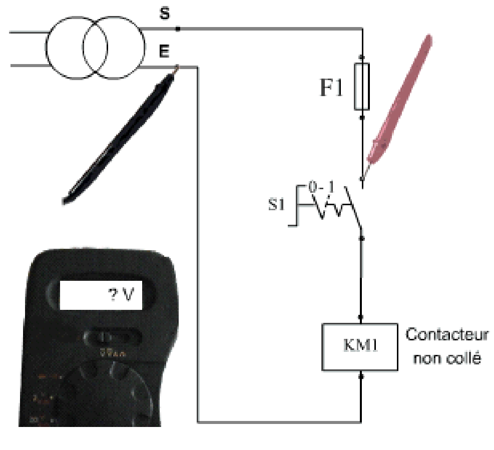


Figure 10

Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne d'entrée du commutateur marche arrêt. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

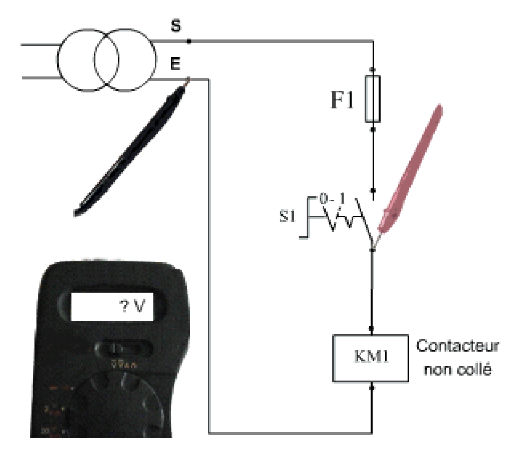


Figure 11

Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne de sortie du commutateur marche arrêt. Le commutateur est donc ouvert ! Il suffit de le remettre sur la position marche pour redémarrer le système.

Le voltmètre indique 24V :

Le commutateur est sur la bonne position, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

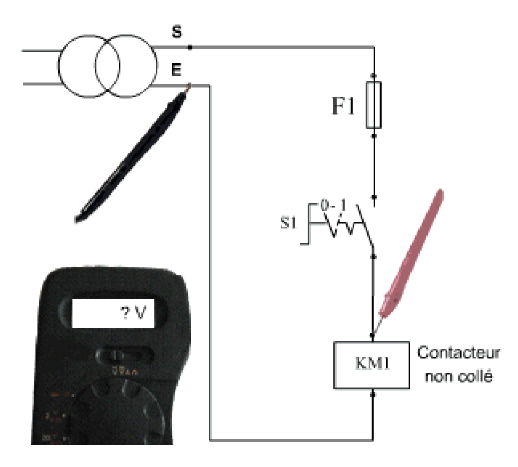


Figure 12

Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne A1 du contacteur. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

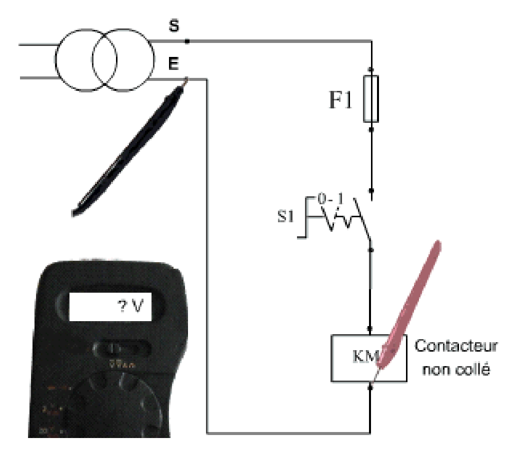


Figure 13

Le voltmètre indique 0V :

La jonction entre E et la borne A2 est correctement réalisée. Le contacteur est donc défectueux, il faut vérifier sa bobine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction entre E et la borne A2 n'est pas correctement réalisée. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Comme vous l'avez constaté, nous venons de trouver une manière simple et efficace de trouver l'élément incriminé dans la panne. Il suffit de garder un point de référence (ici le point E avec la fiche noire) et de déplacer la fiche rouge de point en point jusqu'à déceler la panne. Malheureusement cette méthode peut devenir très pénible quand on a à faire à des lignes qui comportent plusieurs éléments en série...

5.6.Amélioration de la méthode

Pour réduire le nombre de mesure a effectuer, nous allons améliorer la méthode... Pour cela, nous allons commencer par réaliser la même première mesure que précédemment et faire la même conclusion...

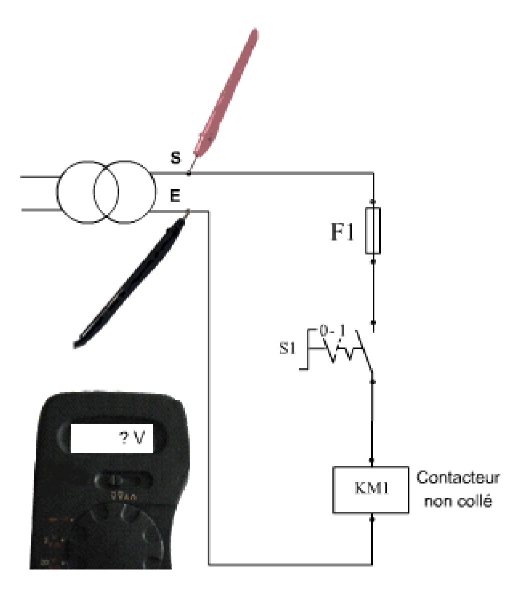


Figure 14

Le voltmètre indique 0V :

Le transformateur ne délivre pas sa tension de secondaire. La panne se situe sûrement au primaire du transformateur ou alors c'est le transformateur lui même qui est défectueux. Voilà pourquoi le contacteur ne colle pas.

Le voltmètre indique 24V :

Le transformateur délivre sa tension de secondaire, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

La mesure suivante va consister à réaliser une mesure au milieu du circuit.

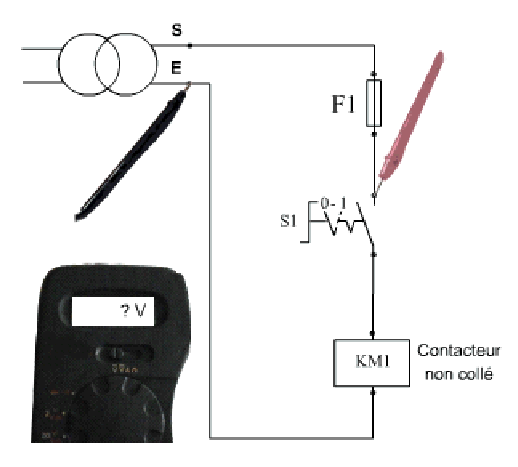


Figure 15

Le voltmètre indique 0V :

Cela signifie que de la borne E à la fiche rouge le circuit se comporte comme un conducteur puisqu'on retrouve le potentiel 0V en haut de l'interrupteur. La panne se situe entre S et la borne d'entrée du commutateur...

Le voltmètre indique 24V :

Cela signifie que le potentiel 24V est conduit jusqu'à la fiche rouge, le circuit entre S et la borne d'entrée du commutateur se comporte comme un conducteur... La panne se situe donc entre la borne d'entrée du commutateur et la borne E du transformateur...

Cette méthode de dépannage est basée sur les mesures par milieux successifs. On dit qu'on sonne le circuit par moitié ce qui permet de mettre hors de cause une moitié de circuit à chaque mesure.

5.7.Exemple n°2 de recherche de panne au voltmètre

Prenons pour exemple le schéma d'une régulation thermostatique. Le contacteur refuse de s'enclencher. Trouvons la panne en appliquant cette nouvelle méthode...

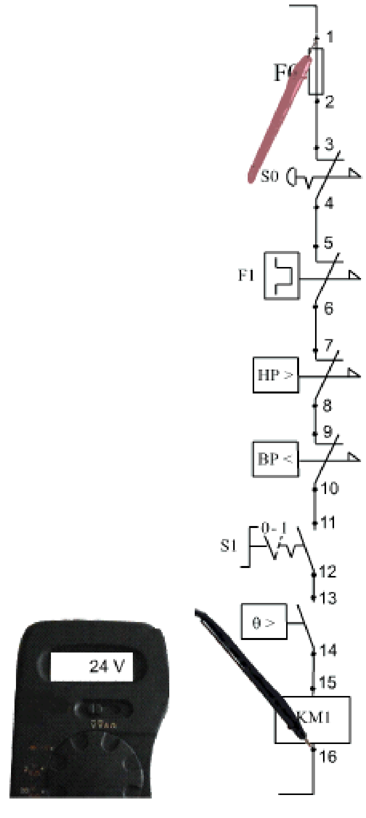


Figure 16

En mesurant entre 1 et 16, on trouve une tension de 24V, ce qui signifie que le circuit de commande est toujours alimenté. On peut donc rechercher la panne au voltmètre. Le point 1 est au potentiel 24V et le 16 au potentiel 0V. Sur ce schéma est repéré 16 points, pour la prochaine mesure, il convient donc de déplacer la fiche rouge du voltmètre afin de mettre hors cause une moitié de circuit...

Plaçons notre fiche rouge au nouveau point de mesure 8 (qui correspond au milieu du circuit) et laissons notre fiche noire de référence sur le point 16...

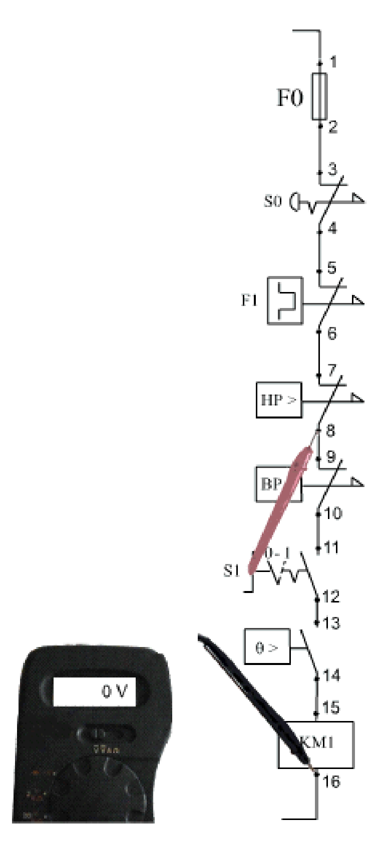


Figure 17

Cette fois la mesure nous donne un résultat de 0V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 16 et le point 8. Entre ces deux point les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tout les éléments entre 8 et 16 sont hors de cause... La panne se situe donc entre 1 et 8...

Si on coupe ce nouveau circuit en deux pour réaliser notre prochaine mesure il faut déplacer la fiche rouge sur le point 4...

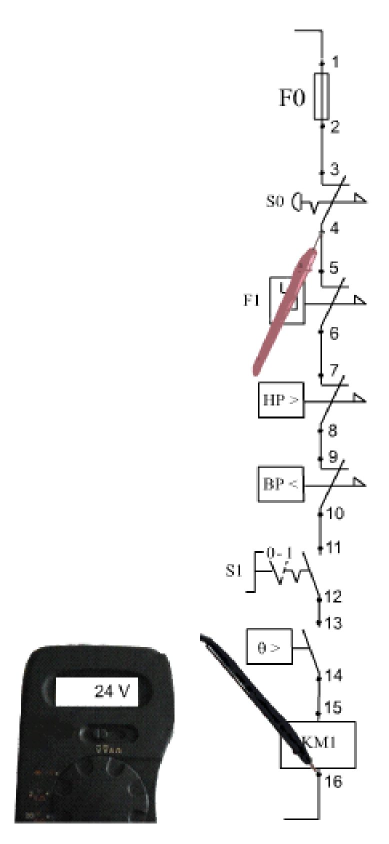


Figure 18

Cette fois la mesure nous donne un résultat de 24V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 4. Entre ces deux point les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tout les éléments entre 1 et 4 sont hors de cause... La panne se situe donc entre 4 et 8...

Si on coupe ce nouveau circuit en deux pour réaliser notre prochaine mesure il faut déplacer la fiche rouge sur le point 6...

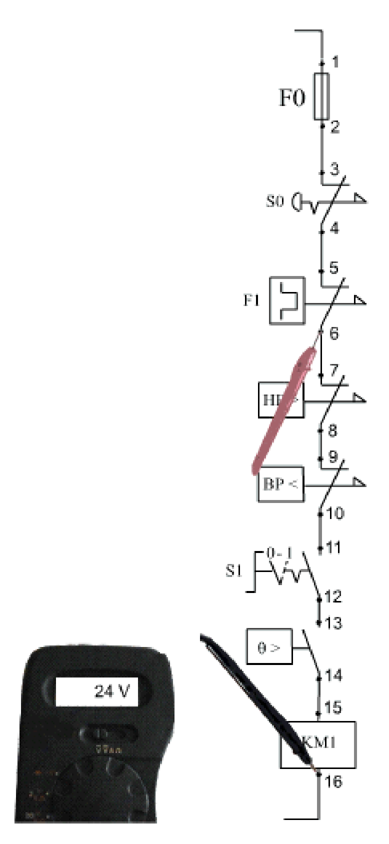


Figure 19

Cette fois la mesure nous donne un résultat de 24V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 6. Entre ces deux point les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tout les éléments entre 4 et 6 sont hors de cause... La panne se situe donc entre 6 et 8...

Il ne reste plus qu'à mesurer en 7 pour savoir si conducteur 6-7 ou le pressostat HP est incriminé !

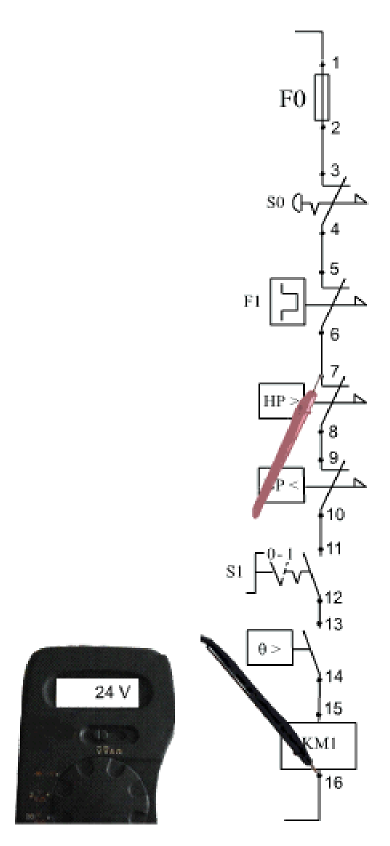


Figure 20

Cette fois la mesure nous donne encore un résultat de 24V... Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 7. Le conducteur 6-7 est hors de cause...

C'est donc forcement le pressostat HP qui a coupé le circuit ! On peut vérifier en plaçant les fiches du voltmètre sur ses bornes...

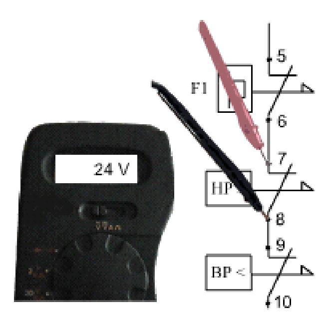


Figure 21

Cette mesure confirme notre résultat en montrant la coupure du circuit... Il resterait à présent à trouver la raison de cette coupure pour pouvoir terminer le dépannage !

5.8.Exemple n°3 :absence de potentiel

Un voltmètre dont l'une des deux fiches est à l'air libre indique 0V...

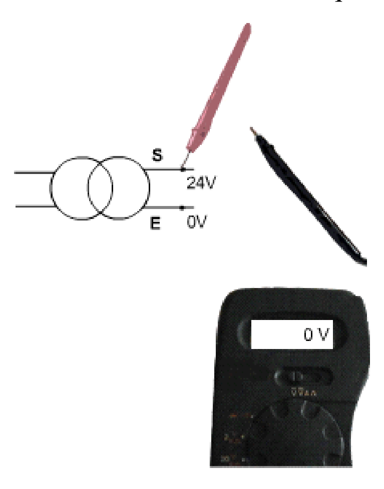


Figure 22

Pourtant la fiche rouge est en contact avec un potentiel de 24V. Le 0V affiché par le voltmètre indique dans le cas présent qu'une des 2 fiches mesure une absence de potentiel...

Il convient alors d'être extrêmement prudent pour la suite du cours :
Si le voltmètre indique 24V, cela signifie à coup sur qu'une des fiches est sur une phase et que l'autre sur un neutre.

Si le voltmètre indique 0V, on doit envisager quatre solutions possibles :

- Les fiches sont entre 2 phases identiques
- Les fiches sont entre 2 neutres
- L'une des fiches est sur une phase et l'autre mesure une absence de potentiel (comme sur le schéma au dessus)
- L'une des fiches est sur un neutre et l'autre mesure une absence de potentiel

Le cas où le voltmètre mesure une absence de potentiel sur un circuit est celui où une partie du circuit ne se retrouve ni en contact avec une phase, ni en contact avec un neutre. C'est ce qui peut arriver dans une auto-alimentation par exemple.

Fonctionnement normal :

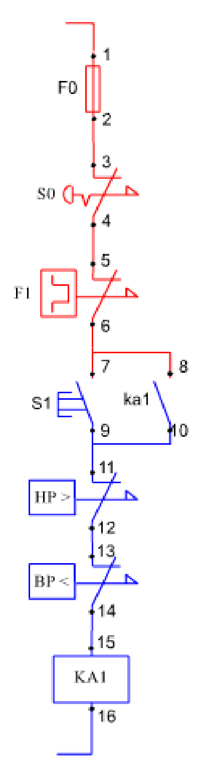


Figure 23

Quand l'installation est au repos, si aucun éléments n'est en défaut alors le potentiel de la phase 24V est repéré en rouge et celui du neutre 0V en bleu. Si on appuie sur le bouton poussoir, le repérage de potentiel devient alors...

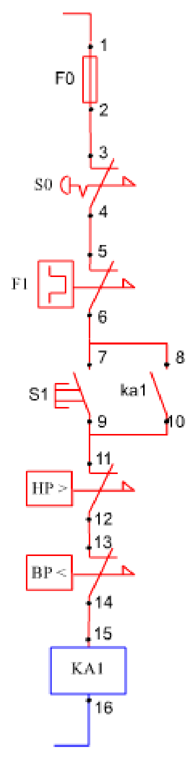


Figure 24

Quand l'installation est démarrée le potentiel de la phase arrive au point 15 qui correspond à la borne A1 de la bobine du contacteur auxiliaire et le neutre vient jusqu'au point 16 qui correspond à la borne A2 du contacteur auxiliaire. Comment va se comporter ce schéma en cas de défaut entre les points 1 et 8 ou entre les points 9 et 16 ?

5.9.Exemple n°4 de recherche de panne au voltmètre

Défaut sur la phase : l'arrêt d'urgence est frappé

En appuyant sur S1, le contacteur KA1 refuse de coller, imaginons que l'arrêt d'urgence soit déclenché...

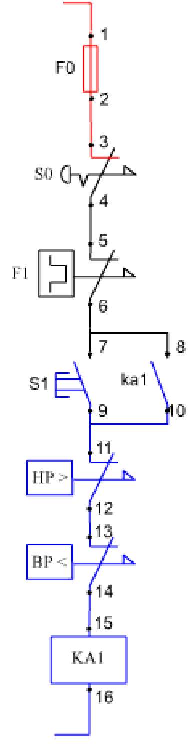


Figure 25

Si S0 est déclenché, alors les points 4, 5, 6, 7 et 8 se retrouvent isolés de la phase et du neutre. Dans ce cas toute mesure qui prendrait ces points en référence indiquerait 0V. En prenant le point 1 comme référence de mesure, il est impossible de trouver la panne :

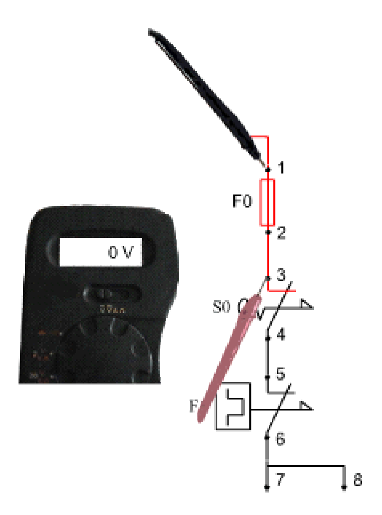


Figure 26

Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie différence de potentiel nulle.

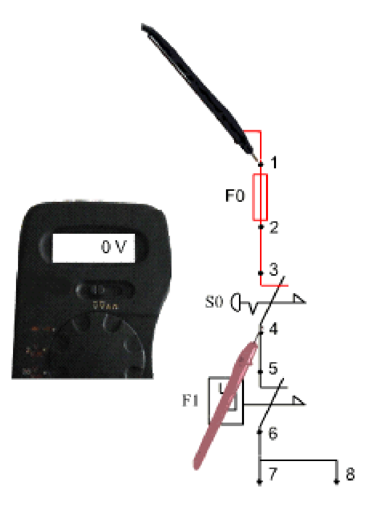


Figure 27

Une conclusion hâtive pourrait laisser supposer la continuité alors qu'elle n'est pas présente !

Mais comment procéder alors ?

Pour tester le circuit des points 1 à 8, il faut prendre le neutre comme référence, c'est à dire le point 16 :

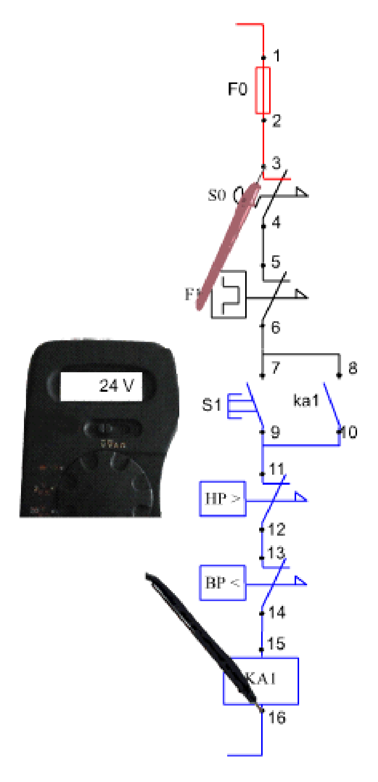
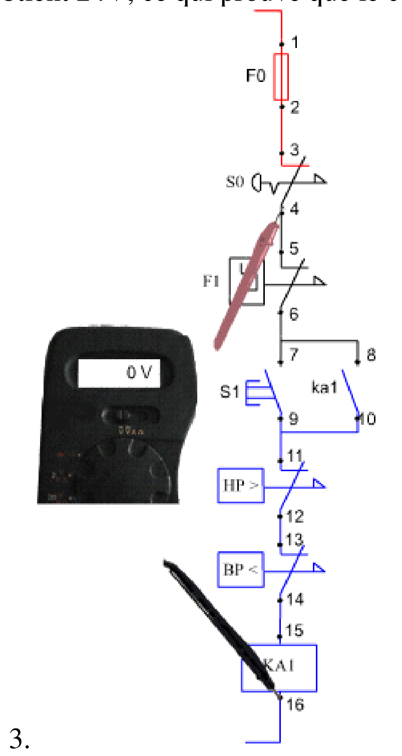


Figure 28

En testant entre 3 et 16, on obtient 24V, ce qui prouve que le courant arrive jusqu'au point



3.

Figure 29

En testant entre 4 et 16, on obtient 0V, le courant ne parvient pas au point 4. L'arrêt d'urgence S0 est donc frappé.

Défaut sur le neutre : le pressostat BP est déclenché

En appuyant sur S1, le contacteur KA1 refuse de coller, imaginons que le pressostat BP soit déclenché...

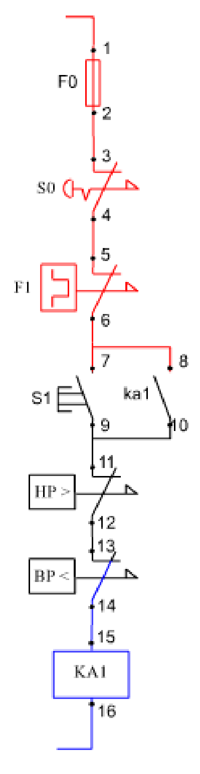


Figure 30

Si le BP est déclenché, alors les points de 9 à 13 se retrouvent isolés de la phase et du neutre. Dans ce cas toute mesure qui prendrait ces points en référence indiquerait 0V. En prenant le point 16 comme référence de mesure, il est impossible de trouver la panne :

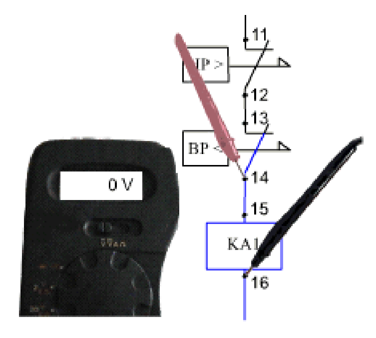


Figure 31

Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie différence de potentiel nulle.

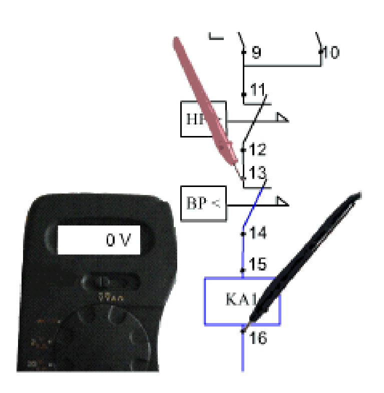


Figure 32

Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie absence de potentiel à une fiche.

Pour tester le circuit des points 9 à 16, il faut prendre la phase comme référence, c'est à dire le point 1 :

En testant entre 1 et 14, on obtient 24V, ce qui prouve que le neutre remonte jusqu'au point 14.

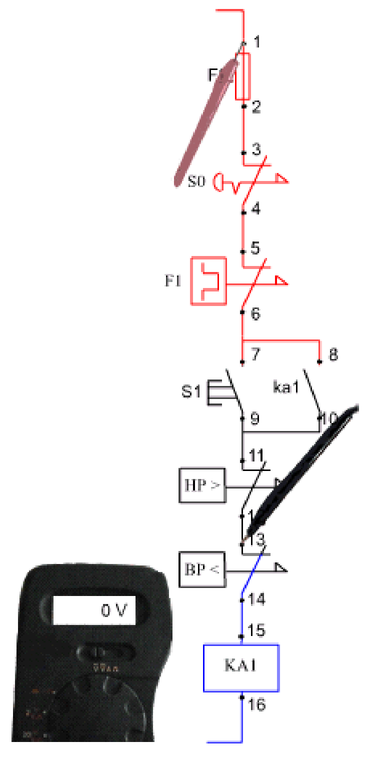


Figure 33

En testant entre 1 et 13, on obtient 0V, le neutre ne remonte pas jusqu'au point 13. le pressostat BP est donc déclenché.

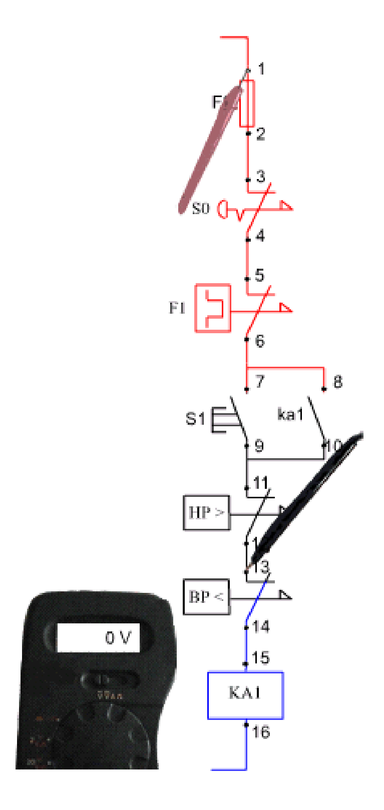


Figure 34

5.10. Dépannage à l'ohmmètre :

Avant de commencer un dépannage à l'ohmmètre, il faut commencer par vérifier que le circuit à dépanner est hors tension sous peine de détériorer l'ohmmètre. Un ohmmètre sert à vérifier la résistance électrique et donc la continuité d'un circuit. Prenons comme exemple un fusible :

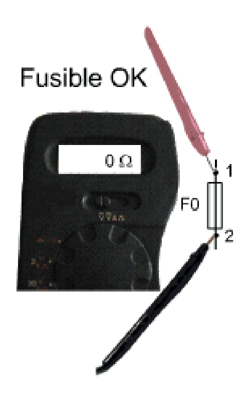


Figure 35

Le 0 Ω nous informe de la continuité électrique du fusible, il est donc OK

Le 1. Ω ou OL MΩ (Overload) ∞ MΩ (infini) ou nous informe du défaut de continuité électrique du fusible, il est donc hors d'usage.

Le dépannage à l'ohmmètre est surtout utilisé lors du câblage des platines électriques. Il faut dans un premier temps ne pas réaliser les retours de neutre pour pouvoir tester les lignes : Prenons comme exemple le test du circuit suivant avec et sans les retours de neutre...

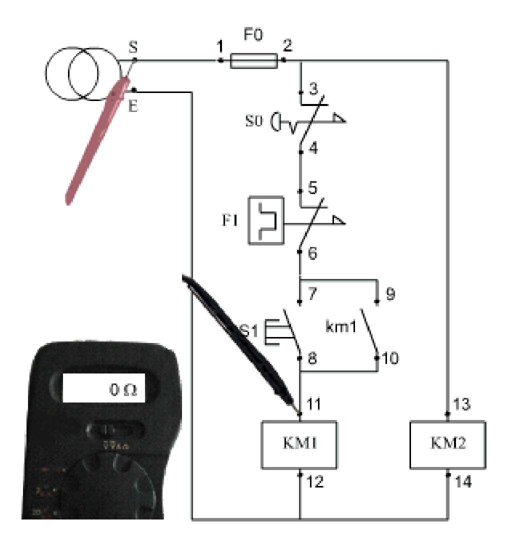


Figure 36

Avec les retours de neutre il y a continuité entre S et 11, pourtant le bouton poussoir est ouvert ainsi que le contact de km1.

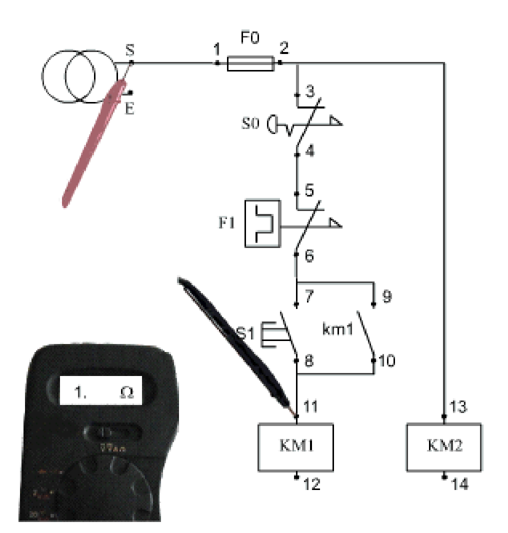


Figure 37

Sans les retours de neutre il n'y a plus continuité entre S et 11, en appuyant sur le bouton poussoir, la continuité est retrouvée

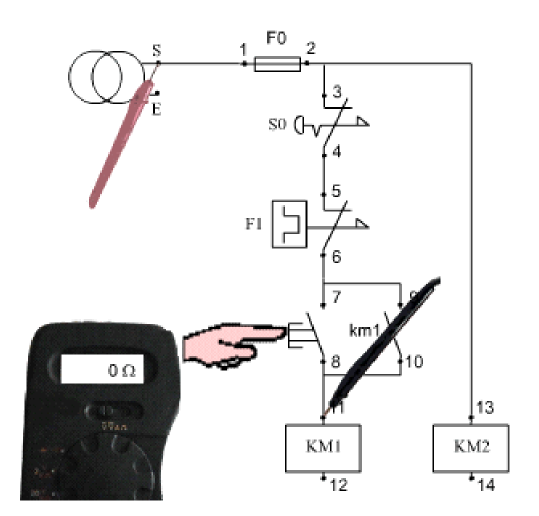
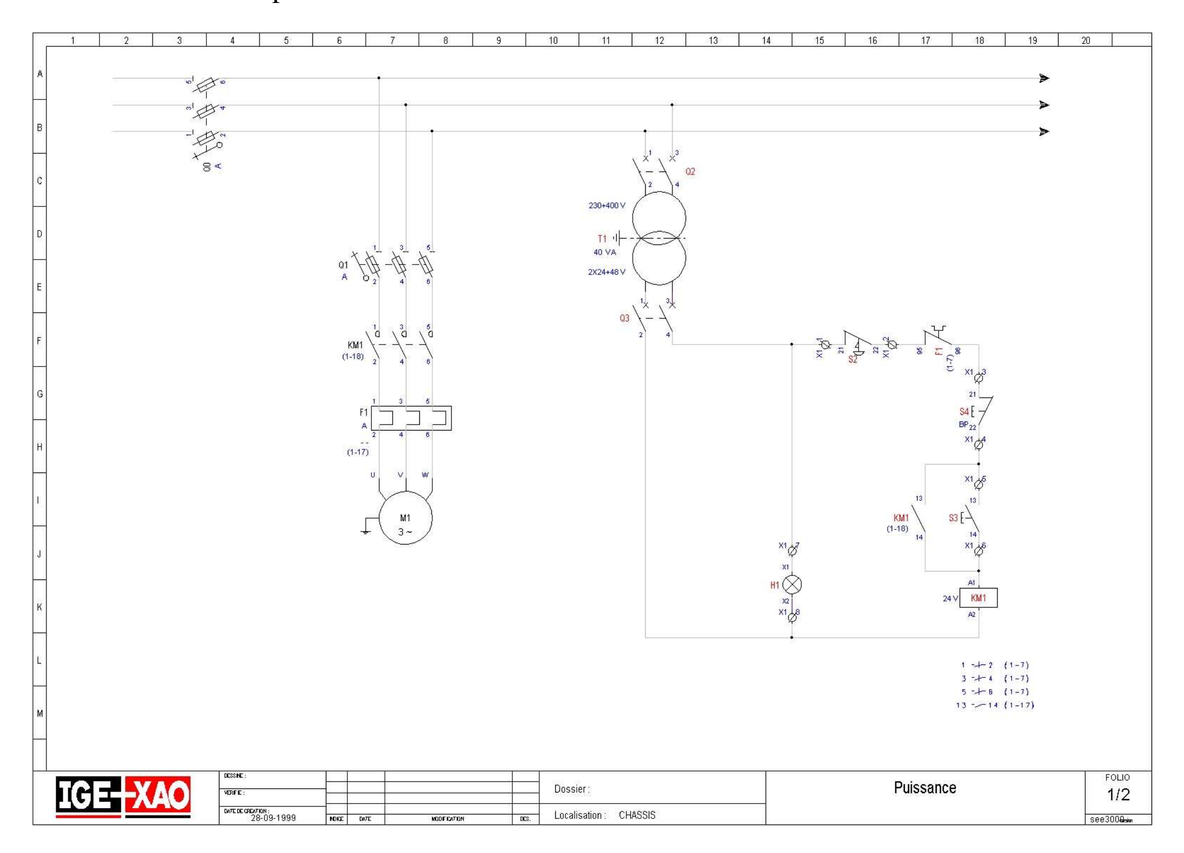


Figure 38

Voilà comment utiliser l'ohmmètre pour la réalisation de câblage électrique...

Travail personnel

Vous êtes agent de maintenance et l'on vous appelle pour une intervention sur une machine, (alimenté en triphasé 3*400V~ sans neutre pour la puissance et en 24 V~ pour la commande) dont le schéma est représenté ci-dessous.



a) Quel doit être votre titre d'habilitation ?

b) Pour vos mesures, vous utiliserez :

- Un ohmmètre
- Un voltmètre alternatif
- Un voltmètre continu
- Un wattmètre
- Un multimètre

c) A partir du constat suivant, proposer des hypothèses afin de trouver la panne

- Le voyant H1 ne s'allume pas alors que Km1 s'enclenche.

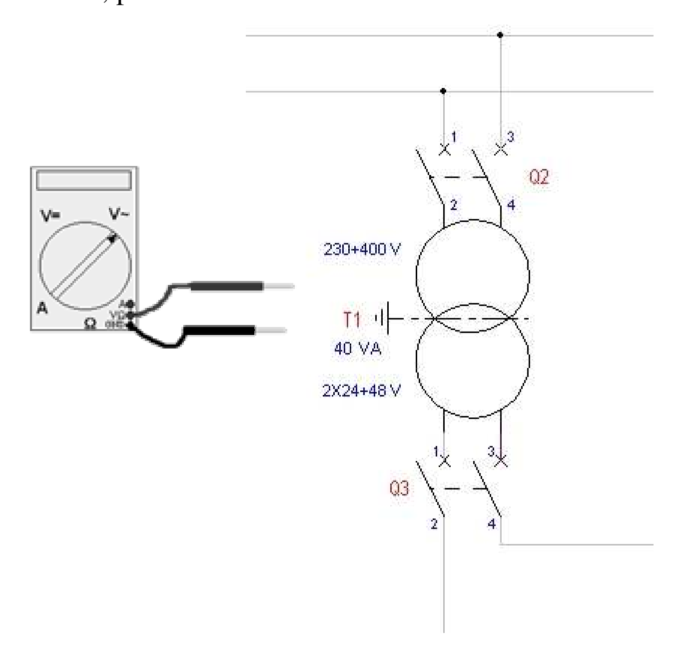
d) A partir du constat suivant, proposer des hypothèses afin de trouver la panne

- Le voyant H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas lorsque l'on appuie sur S3.

e) A partir du constat suivant, proposer des hypothèses afin de trouver la panne

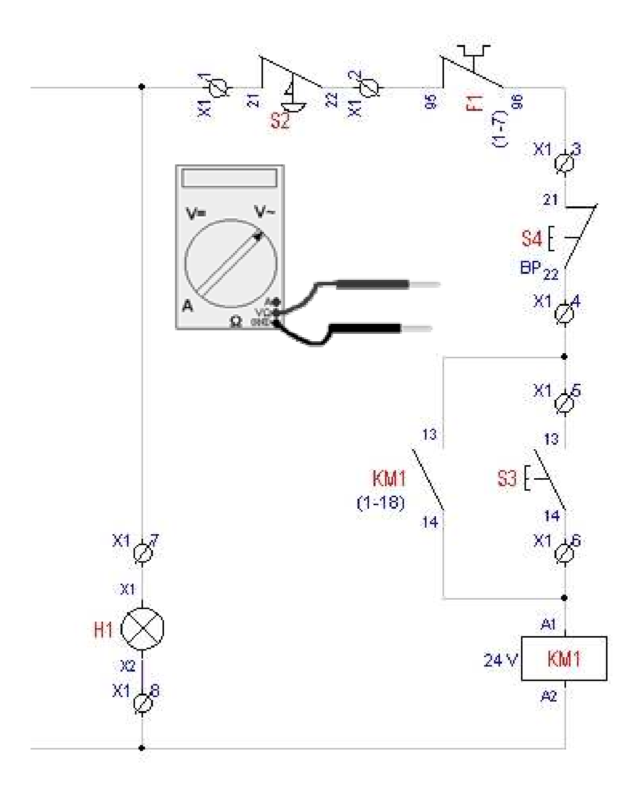
- Km1 ne reste pas enclenché lorsque l'on appuie sur S3.

f) Compléter, d'après le schéma ci-dessous, la colonne vérification en précisant le type d'appareil (éventuellement son calibre ou la position du commutateur), la position exacte de la mesure, puis le résultat attendu de la mesure.



Constat	*Hypothèse*	*Vérification : appareil et position des points tests*	*Résultat attendu*
Défaut d'alimentation	Pas d'alimentation générale		
Défaut d'alimentation	Q2 Hors Service		
Défaut d'alimentation	Problème de filerie entre Q2 et T1		
Défaut d'alimentation	T1 HS		
Défaut d'alimentation	Problème de filerie entre T1 et Q3		
Défaut d'alimentation	Q3 HS		
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le retour bobine	1.	
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le retour bobine	2.	
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le conducteur d'alimentation	1.	
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le conducteur d'alimentation	2.	

g) D'après le schéma ci-dessous, commenter les propositions suivantes :



- H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas. Il y a un défaut d'alimentation …
- Km1 s'enclenche mais H1 ne s'allume pas. L'ampoule doit être grillée. Je teste la continuité entre X1-7 et X1-8 et je trouve quelques ohms ...
- H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas. Je mesure au voltmètre 24V~ entre X1-8 et X1-6 …
- Km1 s'enclenche mais H1 ne s'allume pas. Je mesure 24V~ entre X2 de H1 et X1-8 …
- Km1 s'enclenche mais pas le moteur (voir schéma complet)…

- 

a) BR

b)

- Un ohmmètre pour la mesure de continuité
- Un voltmètre alternatif pour vérifier les tensions 400V~ et 24 V~
- Ou bien un multimètre (idem ci-dessus)

c) Le voyant H1 ne s'allume pas. alors que Km1 s'enclenche :

- Problème de filerie entre l'alimentation et X1-7
- Problème de filerie entre X1-7 etX1 de H1
- Problème sur la douille de H1
- Problème sur l'ampoule de H1
- Problème de filerie entre X2 de H1et X1-8
- Problème de retour bobine

d) Le voyant H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas lorsque l'on appuie sur S3.

- Problème filerie entre alimentation et X1-1
- Problème filerie entre X1-1 et 21 de S2
- Problème S2
- Problème filerie entre 22 de S2 et X1-2
- Problème filerie entre X1-2 et 95 de F1
- Problème F1
- Problème filerie entre 96 de F1 et X1-3
- Problème filerie entre X1-3 et 21 de S4
- Problème S4
- Problème filerie entre 22 de S4 et X1-4
- Problème filerie entre X1-4 et X1-5
- Problème filerie entre X1-5 et 13 de S3
- Problème S3
- Problème filerie entre 14 de S3 et X1-6
- Problème filerie entre X1-6 et A1 de Km1
- Problème Km1
- Problème de retour bobine

e) Km1 ne reste pas enclenché lorsque l'on appuie sur S3.

- Problème de filerie entre X1-4 (ou X1-5 selon le câblage) et 13 de Km1
- Problème contact 13-14 de Km1
- Problème de filerie entre 14 de Km1 et X1-6 (ou A1 de Km1 selon le câblage)

f)

Constat	*Hypothèse*	*Vérification : appareil et position des points tests*	*Résultat attendu*
Défaut d'alimentation	Pas d'alimentation générale	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 1-Q2 et 3-Q2	400V~
Défaut d'alimentation	Q2 Hors Service	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 2-Q2 et 4-Q2	400V~
Défaut d'alimentation	Problème de filerie entre Q2 et T1	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes du primaire de T1	400V~
Défaut d'alimentation	T1 HS	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes du secondaire de T1	24V~
Défaut d'alimentation	Problème de filerie entre T1 et Q3	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 1-Q3 et 3-Q3	24V~
Défaut d'alimentation	Q3 HS	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 2-Q3 et 4-Q3	24V~
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le retour bobine	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 2-Q3 et 4-Q3	24V~
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le retour bobine	Hors tension : ohmmètre entre les bornes 2-Q3 et A2 de Km1	0 Ω
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le conducteur d'alimentation	Voltmètre ~ ou multimètre position voltmètre ~ entre les bornes 2-Q3 et 4-Q3	24V~
Défaut d'alimentation	Problème de filerie sur le conducteur d'alimentation	Hors tension : ohmmètre entre les bornes 4-Q3 et X1-1	0 Ω

g)

- H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas. Il y a un défaut d'alimentation …impossible puisque H1 s'allume
- Km1 s'enclenche mais H1 ne s'allume pas. L'ampoule doit être grillée. Je teste la continuité entre X1-7 et X1-8 et je trouve quelques ohms ...mesure sans intérêt car on a un rebouclage par le transfo. Il faut sortir l'ampoule pour ne mesurer qu'elle.
- H1 s'allume mais Km1 ne s'enclenche pas. Je mesure au voltmètre 24V~ entre X1-8 et X1-6 …soit la bobine est grillée soit il y a un problème de filerie entre X1-6 et A1de Km1 ou X1-8 et A2 de Km1
- Km1 s'enclenche mais H1 ne s'allume pas. Je mesure 24V~ entre X2 de H1 et X1-8 …donc le fil est coupé
- Km1 s'enclenche mais pas le moteur (voir schéma complet)…pas de problème d'alimentation ni de relais thermique puisque Km1 s'enclenche, reste la filerie jusqu'a Q1, Q1, la filerie de Q1 à Km1, les contact de puissance de Km1, la filerie de Km1 à F1, la filerie jusqu'au moteur